

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) **Patentschrift**
(11) **DE 38 17 499 C1**

(51) Int. Cl. 4:

G 01 R 19/00

DE 38 17 499 C1

(21) Aktenzeichen: P 38 17 499.5-35
(22) Anmeldetag: 21. 5. 88
(43) Offenlegungstag: —
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 28. 9. 89

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:

Rohde & Schwarz GmbH & Co KG, 8000 München,
DE

(74) Vertreter:

Graf, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

(72) Erfinder:

Müller, Karl-Otto, Dipl.-Ing., 8011 Poing, DE;
Stecher, Manfred, Dipl.-Ing., 8193 Ammerland, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 28 04 867 A1
COENNING,F.: »Automatic Level Measuring System
for Frequencies Between 200 Hz and 100 MHz« In:
IEEE Transactions on Instrumentation and
Measurement, Vol. IM-20, Nr. 4, Nov. 1971, S. 225-230;
MILDE,H.: »Messung von Störsignalen« In: radio
fernsehen elektronik 21 (1972) H. 6, S. 534-536;

(54) Verfahren zum Messen von Funkstörgrößen

Bei einem Verfahren zum Messen von Funkstörgrößen in einem vorgegebenen Gesamtfrequenzbereich ist zur Verkürzung der Meßzeit der Gesamtfrequenzbereich in mehrere Teilbereiche unterteilt, und je Teilbereich wird jeweils nur der maximale Spitzenwert mit seinen zugehörigen Frequenzwerten gespeichert; anschließend wird dann nur bei den zugehörigen Grenzwert überschreitenden maximalen Spitzenwerten eine bewertende Messung durchgeführt.

DE 38 17 499 C1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Messen von Funkstörgrößen in einem vorgegebenen Gesamtfrequenzbereich.

Für die Messung von Funkstörgrößen (Funkstörspannung, Funkstörstrom oder Funkstörfeldstärke) sind je nach dem Charakter der Störung unterschiedliche Meßverfahren vorgeschrieben. Für eine Funkstörgröße mit Breitbandcharakter ist nach internationaler Empfehlung und deutscher Norm eine sogenannte bewertende Messung, auch Quasi-Peak-Messung genannt, vorgeschrieben, die dafür sorgt, daß der gemessene Wert dem Störeindruck des menschlichen Ohres oder Auges entspricht (ähnliche Bewertungsschaltungen zur bewertenden Messung mit verschiedenen Zeitkonstanten für Störgeräuschsignale sind beispielsweise beschrieben in "radio fernsehen elektronik 21" (1972) Heft 16, S. 534 bis 536). Durch Vergleich dieses bewerteten Meßwertes mit einem vorgegebenen sogenannten Breitbandgrenzwert kann dann festgestellt werden, ob das Meßobjekt als ausreichend funkentstört anzusehen ist oder nicht.

Daneben gibt es Funkstörgrößen, die von einem Funkstör-Meßempfänger selektiert werden können und die als sogenannte Schmalbandstörer gelten. Solche Schmalband-Störgrößen können durch eine Spitzenwertmessung oder auch durch eine Mittelwertmessung gemessen und mit einem zugehörigen vorbestimmten Schmalbandgrenzwert verglichen werden. Der Schmalbandgrenzwert liegt im allgemeinen 10 bis 15 dB unter dem obenerwähnten Breitbandgrenzwert. Wird bei der Schmalbandmessung festgestellt, daß der Schmalbandgrenzwert überschritten wird, ist das Meßobjekt nicht ausreichend funkentstört.

Die Spitzenwert- und Mittelwert-Messung kann relativ schnell auch in einem breiten Gesamtfrequenzband durchgeführt werden. Für einen Gesamtfrequenzbereich von 0,15 bis 30 MHz mit 5 kHz Meßabstand und einer Meßzeit von 30 ms pro Spitzenwertmessung kann eine Spitzenwertmessung beispielsweise in 180 sec. (3 Min.) durchgeführt werden. Bei der bewertenden Messung schreibt die Norm bestimmte Lade- und Entladezeitkonstanten vor, die dazu führen, daß eine bewertende Messung mindestens 1 sec. dauert. Beim Durchstimmen des Funkstör-Meßempfängers dürfen sich aus Genauigkeitsgründen die Frequenzwerte der Einzelmessungen nicht um mehr als die Selektionsbandbreite des Empfängers unterscheiden. So schreibt die Norm für den Frequenzbereich 150 kHz bis 30 MHz beispielsweise eine Meßbandbreite von 9 kHz vor. Aus Genauigkeitsgründen wird alle 5 kHz eine Messung durchgeführt, so daß für einen Gesamtfrequenzbereich von 0,15 bis 30 MHz beispielsweise 5970 Einzelmessungen nötig sind, die bewertende Messung dauert also eine Stunde und 39,5 Minuten.

Die bekannten Verfahren zum Messen von Funkstörgrößen sind also sehr langsam und auch die Dauer einer Messung ist nicht vorhersehbar.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren aufzuzeigen, mit dem solche Funkstörgrößen in einem vorgegebenen Gesamtfrequenzbereich wesentlich schneller gemessen werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren nach Hauptanspruch gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren, kann die Gesamtmeßzeit erheblich verringert werden. Werden beispielsweise in dem obengenannten Beispiel eines Ge-

samtfrequenzbereiches von 0,15 bis 30 MHz insgesamt 64 Teilbereiche gleicher Breite vorgesehen, dann sind für den Fall, daß in jedem Teilbereich ein den zugehörigen Grenzwert überschreitender Maximalwert festgestellt wird, insgesamt nur 64 bewertende Messungen notwendig, wofür nur 64 Sekunden benötigt werden. Die Gesamtzeit einschließlich der 3 Minuten für den Durchlauf der Spitzenwertmessung beträgt damit nur 4 Minuten, das erfindungsgemäße Verfahren ist also um den Faktor 25 schneller als ein bekanntes Meßverfahren. In der Praxis wird diese Meßzeit noch kürzer sein, da ja nicht alle Teilbereiche einen überschreitenden Maximalwert besitzen werden, die Gesamtmeßzeit liegt im obigen Bereich also zwischen 180 und höchstens 244 Sekunden. Damit ist die Meßzeit auch eine planbare Größe für den Benutzer.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann noch dadurch vervollständigt werden, daß im Sinne des Unteranspruchs 2 gleichzeitig mit dem Spitzenwert auch noch der maximale Mittelwert pro Teilbereich ermittelt wird. Die Mittelwertmessung hat vor allem die Eigenschaft, daß hierdurch im wesentlichen nur Schmalbandstörer angezeigt werden und der im allgemeinen niedrige zeitliche Mittelwert von Breitbandstörgrößen keinen Beitrag zum Meßergebnis liefert. Damit steht bereits nach dem ersten Meßdurchlauf fest, ob der zulässige vorbestimmte Schmalbandgrenzwert durch den Mittelwert überschritten wird und somit eine anschließende bewertende Messung entfallen kann, weil das Meßobjekt wegen Schmalbandstörung sowieso zurückgewiesen werden muß.

Die Erfindung wird im folgenden anhand schematischer Zeichnungen an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Fig. 1 zeigt das Prinzipschaltbild einer Anordnung zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens. Sie umfaßt einen Hochfrequenzempfänger 1, der in dem auszuwertenden Gesamtfrequenzbereich f_a bis f_e nach **Fig. 2** über eine Ablaufsteuerschaltung 10 eines zentralen Steuerrechners 9 durchstimmbar ist. Die zu messende Störgröße wird entweder unmittelbar als Störspannung dem Eingang des Empfängers 1 zugeführt oder über einen entsprechenden Wandler 2, der beispielsweise eine Funkstörfeldstärke oder Funkstörströme in entsprechend auswertbare Spannungswerte umwandelt. Die Ablaufsteuerschaltung 10 ist so programmiert, daß im Sinne der **Fig. 2** der Gesamtfrequenzbereich f_a bis f_e (beispielsweise 0,15 bis 30 MHz) nacheinander in einzelnen Teilbereichen I bis IV vorbestimmter Breite durchgestimmt wird. Bei dem Ausführungsbeispiel nach **Fig. 2** mit vier Teilbereichen I bis IV wird also der Empfänger 1 zunächst beginnend mit der Frequenz f_a kontinuierlich durchgestimmt bis zum Frequenzwert f_b , anschließend wird dann beginnend mit der Frequenz f_b der nächste Teilbereich II bis zur Frequenz f_c durchgestimmt usw. bis zur Endfrequenz f_e . Während des Durchstimmens wird die amplitudendemodulierte Störspannung in einem Hüllkurvengleichrichter 3 des Empfängers 1 gleichgerichtet, und die Hüllkurve wird anschließend einem Spitzenspannungsmesser 4, einem Mittelwertmesser 5 sowie einer Schaltung 6 zur sogenannten bewertenden Messung (Quasi-Peak-Bewertung) wie sie beispielsweise in den CISPR-Publikationen näher beschrieben ist, zugeführt. Der im Spitzenspannungsmesser 4 gemessene Spitzenwert wird einem Speicher 7 zugeführt, der maximale Mittelwert des Mittelwertmessers 5 einem Speicher 8. Die Speicher 7 und 8 sind mit der Steuereinheit 11 des Steuerrechners 9 verbunden. Sie sind so

programmiert, daß in jedem vom Empfänger 1 durchgestimmten Teilbereich I bis IV jeweils nur der Maximalwert des Spitzenwertes bzw. des Mittelwertes abgespeichert wird, und zwar zusätzlich mit der jeweils zugehörigen Frequenz f_1, f_2 bzw. f_3 gemäß Fig. 2. In der Ablaufsteuerschaltung 10 sind neben den Start- und Stopffrequenzen f_a, f_b, f_c bis f_e der Teilbereiche zusätzlich noch die Daten für die gewünschte Frequenzdarstellung (linear oder logarithmisch) und gegebenenfalls noch andere Steuergrößen für den Empfänger 1 eingegeben. Die Steuereinheit 11 des Rechners 9 steuert außerdem die Auswertung der Meßergebnisse nach Maßgabe der eingespeicherten Grenzwerte A bzw. G , wie dies nachfolgend anhand der Fig. 2 und 3 näher beschrieben ist; sie bewirkt auch die passende Einstellung des Pegelmeßbereiches und der Bandbreite des Empfängers. Eine Ausgabeeinheit 12 des Rechners 9 liefert die Meßwerte der Speicher 7 und 8 sowie der Bewertungsschaltung 6 in passender Datenform zusammen mit den graphischen Angaben für die Achsendarstellung (Größe, Unterteilung, Beschriftung) an das eigentliche Dokumentationsgerät 13. Für die Darstellung wird im allgemeinen ein logarithmisches Frequenzmaßstab gewählt, da in diesem Fall die zugehörigen Grenzwertlinien Geraden sind. Dargestellt werden zur besseren Übersicht zweckmäßig nur die bewerteten Meßwerte und maximalen Mittelwerte je Teilbereich.

In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist der Gesamtfrequenzbereich in vier gleichgroße Teilstufenbereiche I, II, III und IV unterteilt, als Störung wird eine reine Breitbandstörung angenommen. Die Kurve K repräsentiert den dieser Breitbandstörung zugehörigen Spitzenspannungswert. Die Gerade A ist der von der Norm vorgegebene Grenzwert für die bewertete Messung, der von einem bestimmten Meßobjekt nicht überschritten werden darf. Dieser Grenzwert A wird in der Praxis im allgemeinen etwas niedriger gewählt als der von der Norm an sich vorgeschriebene Grenzwert, um den Einfluß von Meßunsicherheiten auszuschließen. In dem dargestellten Beispiel ändert sich dieser Grenzwert A mit der Frequenz über den gesamten Frequenzbereich f_a bis f_e , d. h. der Grenzwert ist im unteren Frequenzbereich größer als bei höheren Frequenzen.

Aus Fig. 2 ist ersichtlich, daß im Teilbereich I und im Teilbereich IV der jeweils festgestellte maximale Spitzenwert bei den Frequenzen f_1 und f_4 jeweils unterhalb des zugehörigen Grenzwertes A liegen und damit bei diesen Frequenzwerten f_1 und f_4 entsprechende zusätzliche bewertende Messungen nicht erforderlich sind. Im Teilbereich II und III wird dagegen bei den Frequenzen f_2 und f_3 jeweils der Grenzwert A durch den in diesem Teilbereich festgestellten maximalen Spitzenwert überschritten. Bei diesen Frequenzen f_2 und f_3 ist also anschließend noch eine bewertende Messung nötig, um zu prüfen, ob die bewerteten Meßwerte über dem Grenzwert A liegen und das Meßobjekt deshalb zurückgewiesen werden muß.

Der Grenzwert A entspricht dem eingangs erwähnten Breitbandgrenzwert. Er ist nach Fig. 2 frequenzabhängig. Um auch im Falle eines solchen frequenzabhängigen Grenzwertes den Rechenaufwand bei der Auswertung noch weiter zu verringern und damit Meßzeit zu sparen, wird in jedem Teilbereich I bis IV jeweils nur der minimale Grenzwert A_1 bis A_{IV} als Grenzwert benutzt, d. h. anstelle der Grenzwertgeraden A wird eine entsprechende Treppenlinie als Grenzwertlinie benutzt, wie dies in Fig. 2 gestrichelt dargestellt ist. Im Teilbereich I wird also der Maximalwert bei der Frequenz f_1

mit dem für diesen Teilbereich I konstanten Grenzwert A_1 verglichen, im Teilbereich II mit dem für diesen Teilbereich konstanten Grenzwert A_{II} usw. Damit dieser Ersatz der stetig fallenden Grenzwertgeraden A durch die Treppenlinie nicht zu einer unerwünscht hohen Verschärfung der Prüfung führt, wird die Anzahl der Teilbereiche ausreichend hoch gewählt. Wenn beispielsweise noch eine Grenzwertverschärfung von \times dB (beispielsweise 0,5 dB) für die Störgrößenmessung zulässig ist, so wird die Breite der Teilbereiche I bis IV und damit auch die Anzahl der Teilbereiche so gewählt, daß der je Teilbereich als konstant angenommene Grenzwert A_1 bis A_{IV} , der dem jeweils minimalen Grenzwert des zugehörigen Teilbereiches entspricht, innerhalb dieser zulässigen Abweichung X vom jeweiligen maximalen Grenzwert dieses Teilbereiches liegt.

Die einzelnen Teilbereiche I bis IV werden vorzugsweise bezogen auf den jeweiligen Frequenzmaßstab prozentual gleich breit gewählt. Bei einem linearen Frequenzmaßstab sind die Teilbereiche also absolut gleich breit, bei einem logarithmischen Frequenzmaßstab ist das Verhältnis zwischen oberer und unterer Frequenzgruppe je Teilbereich gleich groß.

In manchen Fällen ist der durch die Norm vorgegebene Grenzwert A nicht im Gesamtfrequenzbereich konstant oder frequenzabhängig, sondern er ist beispielsweise nur im unteren Teil des Gesamtfrequenzbandes mit zunehmender Frequenz geringer und im oberen Frequenzbereich konstant. Es ist auch denkbar, daß der vorgegebene Grenzwert innerhalb des Gesamtfrequenzbereiches eine Sprungstelle besitzt. In diesen Fällen ist es vorteilhaft, auch die Anzahl und Breite der Teilbereiche unterschiedlich zu wählen, also die Anzahl der Teilbereiche in dem Frequenzbereich, in welchem sich der Grenzwert mit der Frequenz ändert, größer zu wählen als in dem Frequenzbereich mit konstantem Grenzwert. Bei einer Sprungstelle des Grenzwertes wird die Aufteilung des Gesamtfrequenzbandes in Teilbereiche so gewählt, daß an dieser Sprungstelle jeweils eine Teilbereichsgrenze zu liegen kommt.

Fig. 3 zeigt das erfindungsgemäße Verfahren am Beispiel eines Funkstörspannungsspektrums, das sowohl Breitbandstörer als auch Schmalbandstörer enthält. Das Gesamtfrequenzband f_a bis f_e ist wieder in vier Teilbereiche I bis IV unterteilt, der Breitbandgrenzwert A für das bewertete Meßergebnis ist in diesem Beispiel als über der Frequenz konstanter Wert eingezeichnet. Zusätzlich ist noch der Schmalbandgrenzwert G eingezeichnet, der um einen vorbestimmten Wert von beispielsweise 10dB unter dem Breitbandgrenzwert A liegt und in diesem Beispiel ebenfalls über der Frequenz konstant ist. Die Kurve K_1 entspricht dem Spitzenspannungswert, die Kurve K_2 dem Mittelwert der Störspannung. Fig. 3 zeigt, daß die Spitzenwertspannung Einzelspektrallinien aufweist, die über dem Breitbandpegel liegen, während der Mittelwert nicht auf das Breitbandstörsignal reagiert.

Im Teilbereich I sind drei Schmalbandstörer vorhanden, von denen einer bei der Frequenz f_1 eine höhere Amplitude hat als der Spitzenspannungswert der Kurve K_1 in seiner unmittelbaren Umgebung. Damit wird bei der Frequenz f_1 sowohl ein maximaler Mittelwert U_{m1} als auch ein maximaler Spitzenspannungswert U_{s1} gemessen und in die Speicher 7 und 8 wird für die gleiche Frequenz ein gleicher Maximalwert eingelesen und dann mit den zugehörigen Grenzwerten A bzw. G verglichen.

Im Teilbereich I wird also festgestellt, daß der

Schmalbandgrenzwert G durch den maximalen Mittelwert U_{m1} bei der Frequenz f_1 überschritten wird. Das Meßobjekt erfüllt also nicht die Funkentstörvorschrift und eine weitere Messung ist überflüssig. Gleichzeitig wird auch vom maximalen Spitzenspannungswert U_{s1} der Breitbandgrenzwert A überschritten. In diesem Fall ist eine anschließende bewertende Bemessung jedoch nicht nötig und würde auch zu keiner weiteren Aussage führen, denn die Prüfung wird in diesem Fall allein durch die erwähnte Schmalbandstörung bestimmt, die auch bei einer anschließenden bewertenden Messung wieder den gleichen Meßwert liefern würde. Durch die zusätzliche Mittelwertmessung und Bewertung wird also eine zusätzliche bewertende Messung überflüssig, die bei einer alleinigen Auswertung des Spitzenspannungswertes an sich noch nötig wäre.

Im Teilbereich II liegt der gemessene Mittelwert U_{m2} unterhalb des zugehörigen Schmalbandgrenzwertes G während der gemessene Spitzenspannungswert U_{s2} über dem Breitbandgrenzwert A liegt. Daher muß in diesem Fall eine anschließende bewertende Messung bei der Frequenz f_2 durchgeführt werden, die erst Klarheit darüber schafft, ob auch bei der bewertenden Messung der zugehörige Breitbandgrenzwert A überschritten wird und damit das Meßobjekt als nicht zulässig zurückgewiesen werden muß.

Im Teilbereich III liegt sowohl der Spitzenwert U_{s3} als auch der Mittelwert U_{m3} unter den zugehörigen Grenzwerten A und G , und es ist keine zusätzliche Messung nötig.

Im Teilbereich IV ist — hervorgerufen durch einen Schmalbandstörer — der stärker als die Breitbandstörung ist, sowohl der Spitzenspannungswert U_{s4} als auch der Mittelwert U_{m4} bei der Frequenz f_4 wieder gleich groß, beide Werte liegen oberhalb des Schmalbandgrenzwertes G . Damit ist auch hier eine anschließende bewertende Messung unnötig, da sie keine neue Aussage liefern würde. Das Meßobjekt ist vielmehr wegen Nichterfüllung der Funkentstörforderung gegen Schmalbandstörungen durchgefallen.

Mit der je Teilbereich durchgeföhrten zusätzlichen Bestimmung des maximalen Mittelwertes, der vorzugsweise wiederum je Teilbereich mit seinem zugehörigen Frequenzwert gespeichert wird, können also sehr einfach Schmalbandstörer auch bei Anwesenheit von Breitbandstörern festgestellt werden. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, diese zusätzliche Bestimmung des maximalen Mittelwertes je Teilbereich gleichzeitig mit der entsprechenden Bestimmung des maximalen Spitzenswertes durchzuführen, also gleichzeitig den Spitzenwert und den Mittelwert zu messen. Nachdem im allgemeinen hierbei diese Maximalwerte bei unterschiedlichen Frequenzen liegen, ist es notwendig, für jeden Maximalwert jeweils gesondert auch den zugehörigen Frequenzwert mit abzuspeichern. In gleicher Weise könnten auch noch andere Arten von Meßwerten gleichzeitig miterfaßt werden, so könnte beispielsweise gleichzeitig auch noch der Effektivwert gemessen und je Teilbereich der maximale Effektivwert vorzugsweise wiederum zusammen mit der zugehörigen Frequenz bestimmt und abgespeichert werden. Durch Vergleich dieses maximalen Effektivwerts mit einem zugehörigen Grenzwert können auf diese Weise weitere Aussagen über das Störsignal gemacht werden.

einem vorgegebenen Gesamtfrequenzbereich, dadurch gekennzeichnet, daß der Gesamtfrequenzbereich (f_a bis f_e) in mehrere Teilbereiche (I bis IV) unterteilt wird und je Teilbereich jeweils der maximale Spitzenwert ($U_{s1}, U_{s2}, U_{s3}, U_{s4}$) ermittelt und mit seinem zugehörigen Frequenzwert (f_1, f_2, f_3, f_4) gespeichert wird, und daß diese maximalen Spitzenwerte mit vorgegebenen Grenzwerten ($A, A_I, A_{II}, A_{III}, A_{IV}$) verglichen werden und bei denjenigen maximalen Spitzenwerten, die den zugehörigen Grenzwert überschreiten, eine anschließende bewertende Messung durchgeführt und dokumentiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß je Teilbereich (I bis IV) auch noch der Mittelwert der Störgröße gemessen wird und je Teilbereich der maximale Mittelwert (U_{m1} bis U_{m4}) bestimmt und mit einem zugehörigen vorbestimmten Grenzwert (G) verglichen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitzen- und Mittelwerte je Teilbereich (I bis IV) gleichzeitig gemessen werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei dem der vorgegebene Grenzwert (A, G) sich mindestens in einem Teil des gesamten Frequenzbereiches mit der Frequenz ändert, dadurch gekennzeichnet, daß in diesem Bereich des frequenzabhängigen Grenzwertes je Teilbereich (I bis IV) jeweils der minimale Grenzwert (A_I bis A_{IV}) als Grenzwert für diesen Teilbereich benutzt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl und Breite der Teilbereiche (I bis IV) so gewählt ist, daß in dem Teilbereich mit frequenzabhängigem Grenzwert trotz Benutzung des minimalen Grenzwertes des Teilbereiches (I bis IV) nur eine unwesentliche Erniedrigung des wirksamen Grenzwertes eintritt.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Teilbereiche in dem Teil des Gesamtfrequenzbereiches, in dem der Grenzwert sich mit der Frequenz ändert, größer gewählt ist als in dem Teil, in dem der Grenzwert frequenzunabhängig und konstant ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite der Teilbereiche (I bis IV), bezogen auf den jeweiligen Frequenzmaßstab der Anzeige (linear oder logarithmisch), absolut oder prozentual gleich breit gewählt ist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der vorgegebene Grenzwert (A, G) sich an mindestens einer Stelle des Gesamtfrequenzbereiches unstetig ändert, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilbereiche (I bis IV) so gewählt sind, daß jeweils an der Unstetigkeitsstelle des Grenzwertes eine Teilbereichsgrenze liegt.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

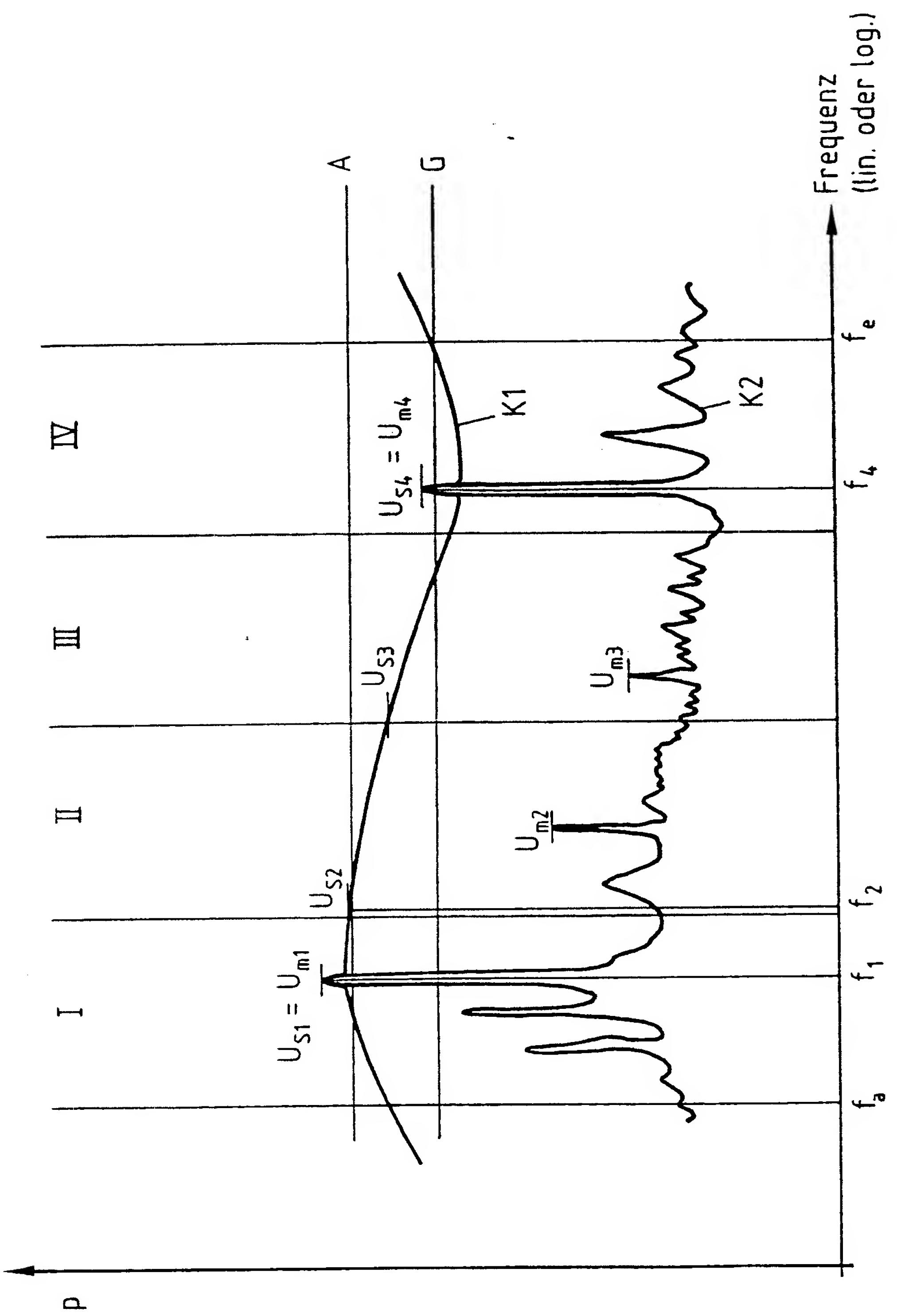


Fig. 3

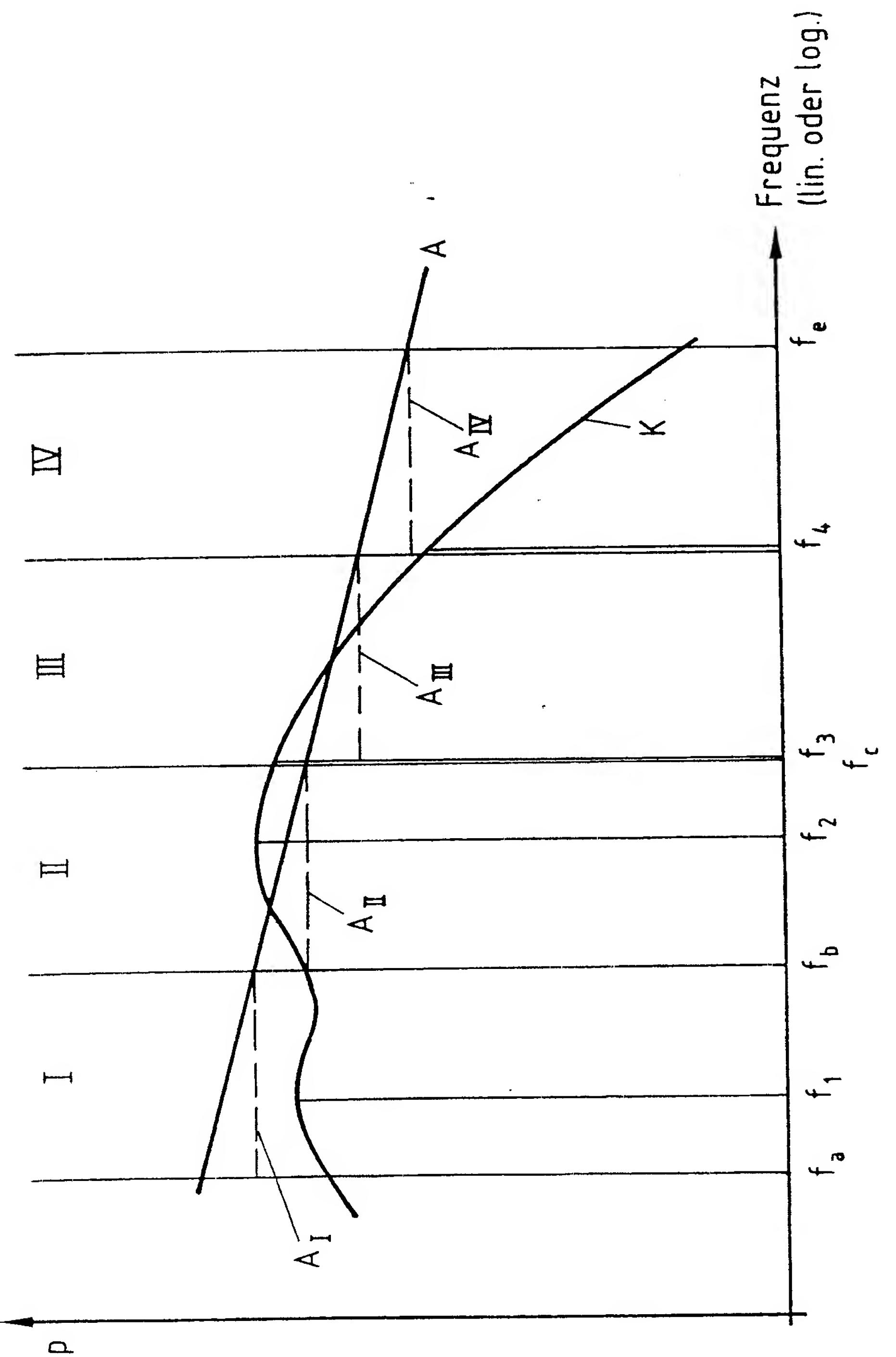


Fig. 2

— Leerseite —

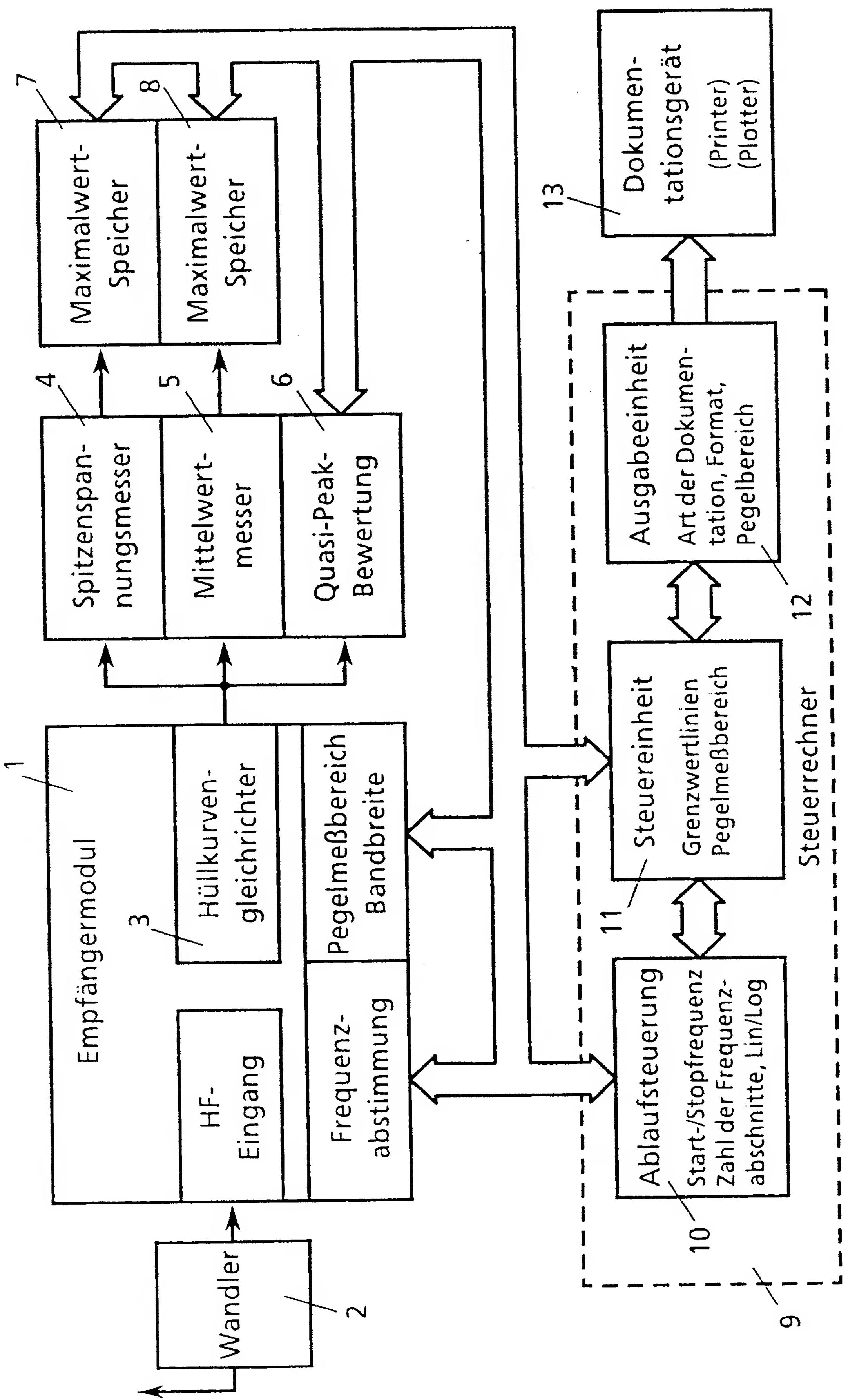


Fig. 1